

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
24. April 2003 (24.04.2003)

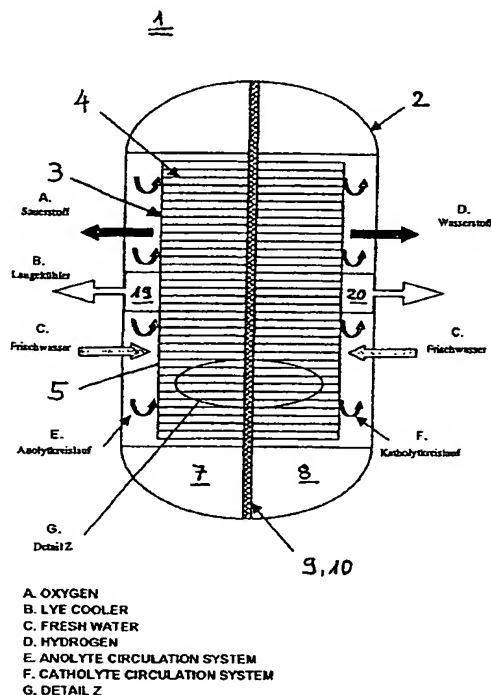
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
PCT WO 03/033768 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C25B 1/12 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): GESELLSCHAFT FÜR HOCHLEISTUNGSELEKTROLYSEURE ZUR WASSERSTOFFERZEUGUNG MBH [DE/DE]; Ludwig-Bölkow-Allee, Tor 2, 85521 Ottobrunn (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/11436
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
12. Oktober 2002 (12.10.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BRAND, Rolf, August [DE/DE]; Heufelderstrasse 76, 83052 Bruckmühl (DE). D'ERASMO, Pietro [NO/NO]; Stivimovegen 18, N-3670 Notodden (NO). HOFMANN, Hans [DE/DE]; Brentanosstrasse 4, 63165 Mühlheim (DE). RÄMISCH, Marko [DE/DE]; Theodor Körner Strasse 2, 85521 Ottobrunn (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
101 50 557.4 15. Oktober 2001 (15.10.2001) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PRESSURE ELECTROLYSER AND METHOD FOR OPERATING ONE SUCH ELECTROLYSER

(54) Bezeichnung: DRUCKELEKTROLYSEUR UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES SOLCHEN



(57) Abstract: The invention relates to a pressure electrolyser comprising a pressure reservoir (2) and an electrolysis cell block (3) which is arranged in the pressure reservoir and contains a number of electrolysis cells (4) forming a stack. Said electrolysis cells (4) respectively contain anodes (11) and cathodes (12), and a lye circulation system is provided for supplying an anolyte to the anodes (11) and for supplying a catholyte to the cathodes (12). The electrolysis cell block (3) comprises a housing (5) which creates a seal in relation to the inside of the pressure reservoir (2). According to the invention, the housing (5) of the electrolysis cell block (3) and the pressure reservoir (2) form at least two separated chambers (7, 8) which form part of the lye circulation system and are defined by the housing (5), in relation to the electrolysis cells (4), and by the pressure reservoir (2), in relation to the environment. In preferred embodiments, one of the separated chambers (7) forms part of an anolyte circulation system and the other separated chamber (8) forms part of a catholyte circulation system.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Druckelektrolyseur mit einem Druckbehälter (2) und einem eine Anzahl von in Form eines Stapels zusammengefassten Elektrolysezellen (4) enthaltenden, in dem Druckbehälter (2) angeordneten Elektrolysezellenblock (3) beschrieben. Die Elektrolysezellen (4) enthalten jeweilige Anoden (11) und Kathoden (12) und es ist ein Laugenkreislaufsystem zur Zuführung eines Anolyten zu den Anoden (11) und zur Zuführung eines Katholyten zu den Kathoden (12) vorgesehen, und wobei der Elektrolysezellenblock (3) ein gegen das Innere des Druckbehälters (2) abdichtendes Gehäuse (5) umfasst. Erfindungsgemäss ist es vorgesehen, dass das Gehäuse (5) des Elektrolysezellenblocks (3) zusammen mit dem Druckbehälter (2) mindestens zwei voneinander getrennte Räume (7, 8) bildet, welche Bestandteil des Laugenkreislaufsystems sind und die durch das Gehäuse (5) gegen die Elektrolysezellen (4) und durch den Druckbehälter (2) gegen die Umgebung begrenzt sind. Bei bevorzugten Ausgestaltungen ist einer der voneinander getrennten Räume (7) Bestandteil eines Anolyt-Kreislaufs, und ein anderer der voneinander getrennten Räume (8) Bestandteil eines Katholyt-Kreislaufs.

Express Label No.  
EV342540217US



(74) **Anwalt:** WINTER, Josef; MTU Friedrichshafen GmbH,  
Patentabteilung ZJXP, 88040 Friedrichshafen (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** BR, CA, CN, HU, JP,  
PL, RU, US, ZA.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.*

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Prior-  
ität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17  
Ziffer iii) für alle Bestimmungsstaaten*

**Druckelektrolyseur und Verfahren zum Betrieb eines solchen**

Die Erfindung betrifft einen Druckelektrolyseur nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren zum Betrieb eines solchen.

5

Zur elektrolytischen Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff sind Druckelektrolyseure bekannt, die einen Druckbehälter und einen eine Anzahl von in Form eines Stapels zusammengefassten Elektrolysezellen enthaltenden, in dem Druckbehälter angeordneten Elektrolysezellenblock umfassen. Die Elektrolysezellen enthalten jeweilige

10 Anoden und Kathoden und es ist ein Laugenkreislaufsystem zur Zuführung eines Anolyten zu den Anoden und zur Zuführung eines Katholyten zu den Kathoden vorgesehen und der Elektrolysezellenblock umfasst ein gegen das Innere des Druckbehälters abgedichtetes Gehäuse.

15 Ein solcher Druckelektrolyseur ist aus der DE 25 48 699 C3 bekannt. Bei diesem bekannten Druckelektrolyseur sind zusätzlich zu dem Elektrolysezellenblock auch Einrichtungen zur Reinigung, Kühlung und Umwälzung des Elektrolyten in dem Druckbehälter angeordnet.

20 Die Aufgabe der Erfindung ist es einen verbesserten Druckelektrolyseur zu schaffen. Weiterhin soll ein verbessertes Verfahren zum Betrieb eines solchen Druckelektrolyseurs angegeben werden.

Vorrichtungsmäßig wird die gestellte Aufgabe durch den im Anspruch 1 angegebenen

25 Druckelektrolyseur gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Druckelektrolyseurs sind in den Unteransprüchen angegeben.

30 Verfahrensmäßig wird die gestellte Aufgabe durch das im Anspruch 4 1 angegebene Verfahren gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch die Erfindung wird ein Druckelektrolyseur mit einem Druckbehälter und einem eine Anzahl von in Form eines Stapels zusammengefassten Elektrolysezellen enthaltenden, in dem Druckbehälter angeordneten Elektrolysezellenblock geschaffen. Die Elektrolysezellen enthalten jeweilige Anoden und Kathoden und es ist ein Laugenkreislaufsystem zur

5 Zuführung eines Anolyten zu den Anoden und zur Zuführung eines Katholyten zu den Kathoden vorgesehen. Der Elektrolysezellenblock umfasst ein gegen das Innere des Druckbehälters abgedichtetes Gehäuse. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass das Gehäuse des Elektrolysezellenblocks zusammen mit dem Druckbehälter mindestens zwei

10 voneinander getrennte Räume bildet, welche Bestandteil des Laugenkreislaufsystems sind und die durch das Gehäuse gegen die Elektrolysezellen und durch den Druckbehälter gegen die Umgebung begrenzt sind. Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Druckelektrolyseurs ist der einfache Aufbau des Laugenkreislaufsystems. Ein anderer Vorteil ist der geringe Platzbedarf den der erfindungsgemäße Druckelektrolyseur erfordert.

15 Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Druckelektrolyseurs ist einer der voneinander getrennten Räume Bestandteil eines Anolytkreislaufs und der andere der voneinander getrennten Räume ist Bestandteil eines Katholytkreislaufs. Ein Vorteil dieser Ausführungsform ist, dass durch eine Trennung von Anolyt- und Katholytkreislauf bessere Gasreinheiten und damit ein größerer

20 Lastregelbereich erzielbar sind.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Druckelektrolyseurs ist es vorgesehen, dass die voneinander getrennten Räume durch Trennwände voneinander getrennt sind, die sich zwischen dem Gehäuse und dem

25 Druckbehälter erstrecken.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform hat der Druckbehälter die Form eines Zylinders und der Elektrolysezellenblock ist mit seiner Längsachse parallel zur Achse des Zylinders in dem Druckbehälter angeordnet.

30

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Druckelektrolyseurs erstrecken sich die Trennwände parallel zur Achse des Zylinders zwischen dem Gehäuse und dem Druckbehälter.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Druckelektrolyseurs ist das Gehäuse des Elektrolysezellenblocks durch eine Anzahl von aneinandergestapelten Zellrahmen der Elektrolysezellen gebildet.

- 5    Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung hiervon ist es vorgesehen, dass jeweils jede Anode einen eigenen Anodenzellrahmen und jeweils jede Kathode einen eigenen Kathodenzellrahmen hat, und dass die Anodenzellrahmen eine Verbindung der Anoden mit dem Raum, der Bestandteil des Anolytkreislaufs ist, herstellende Durchgänge aufweisen und die Kathodenzellrahmen eine Verbindung der Kathoden mit dem Raum, der
- 10   Bestandteil des Katholytkreislaufs ist, herstellende Durchgänge aufweisen.

- Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung ist es vorgesehen, dass der Elektrolysezellenblock mit seiner Längsrichtung im wesentlichen horizontal angeordnet ist, und dass der durch das Gehäuse des Elektrolysezellenblocks und den Druckbehälter
- 15   begrenzte Raum vertikal in Längsrichtung des Elektrolysezellenblocks in die beiden voneinander getrennten Räume unterteilt ist.

- Gemäß einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der beiden letztgenannten Ausführungsformen ist es vorgesehen, dass die eine Verbindung mit den Anoden
- 20   herstellenden Durchgänge jeweils an der Oberseite und an der Unterseite der Anodenzellrahmen mit dem einen der voneinander getrennten Räume, der Bestandteil des Anolytkreislaufs ist, in Verbindung stehen, und dass die eine Verbindung mit dem Kathoden herstellenden Durchgänge jeweils an der Oberseite und an der Unterseite der Kathodenzellrahmen mit dem anderen der voneinander getrennten Räume, der Bestandteil
- 25   des Katholytkreislaufs ist, in Verbindung stehen. Der Vorteil hiervon ist es, dass der Laugekreislauf selbsttätig durch einen Gaslifteffekt der in den Zellen aufsteigenden Gase und die geringere Dichte des Lauge/Gas-Gemischs in den Zellen gegenüber den entgasten Laugesäulen außerhalb der Zellen ohne eine zusätzliche Laugekreislaufpumpe erfolgen kann. In den beiden voneinander getrennten Räumen sammeln sich an deren Oberseite die
- 30   Produktgase Sauerstoff bzw. Wasserstoff.

Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Druckelektrolyseurs sind innerhalb des Druckbehälters wesentliche Bestandteile des

Laugenkreislaufsystems, insbesondere Gasabscheider und/oder Laugenkühler vorgesehen. Der Vorteil hiervon ist ein besonders platzsparender, kompakter Aufbau des Druckelektrolyseurs.

- 5    Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist eine der Trennwände unterhalb des Elektrolysezellenblocks angeordnet und bildet gleichzeitig ein mechanisches Auflager für denselben.

- 10   Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Druckelektrolyseurs sieht es vor, dass die Anoden und Kathoden von einem entlang ihrem Umfang verlaufenden Dichtungselement umgeben sind, welches im Bereich der Anode bzw. der Kathode einen seitlichen Abschluss der Elektrolysezelle bildet und zwischen die Zellrahmen abdichtend eingefügt ist.

- 15   Eine besonders bevorzugte Ausführungsform hiervon sieht es vor, dass die Anode und die Kathode einer Elektrolysezelle jeweils getrennt in einem Dichtungselement umgeben sind.

Vorzugsweise sind die Dichtungselemente von Anode und Kathode gemeinsam zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zellrahmen abdichtend eingefügt.

20

Vorzugsweise bilden die Dichtungselemente auch einen seitlichen Abschluss der Elektrolysezelle an einem zwischen der Anode und der Kathode angeordneten Diaphragma.

- 25   Vorzugsweise ist das Diaphragma zwischen dem Dichtungselement der Anode und dem Dichtungselement der Kathode abdichtend eingefügt.

Vorzugsweise sind die Dichtungselemente am Umfang der Anode und/oder der Kathode rahmenförmig verlaufend angeordnet.

30

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist es vorgesehen, dass die Dichtungselemente um den Rand von Anode und/oder Kathode von der Vorderseite zur Rückseite derselben herumgeführt ausgebildet sind.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform hiervon sind die Dichtungselemente mit einer oder mehreren entlang dem Umfang von Anode bzw. Kathode verlaufenden Dichtungslippen versehen, welche an einer Dichtungsfläche des Anodenzellrahmens bzw. des Kathodenzellrahmens abdichtend anliegen.

5

Vorzugsweise ist es hierbei vorgesehen, dass die Dichtungslippen in einer Richtung senkrecht zur Fläche von Anode bzw. Kathode vorspringen, und dass die Dichtungsflächen des Anodenzellrahmens bzw. des Kathodenzellrahmens parallel zur Fläche von Anode bzw. Kathode verlaufend ausgebildet sind.

10

Die Dichtungselemente sind vorzugsweise aus einem elastomeren Material hergestellt.

Hierbei ist es insbesondere vorteilhaft, wenn die Dichtungselemente durch Umspritzen des Randes von Anode bzw. Kathode mit dem elastomeren Material hergestellt sind.

15

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Druckelektrolyseurs sind zwei benachbarte Elektrolysezellen durch ein Bipolarblech voneinander getrennt, welches von einem entlang seinem Umfang verlaufenden Dichtungselement umgeben ist, das im Bereich des Bipolarblechs einen seitlichen Abschluss der Elektrolysezelle bildet und zwischen die Zellrahmen der benachbarten Elektrolysezellen abdichtend eingefügt ist.

20

Vorzugsweise ist das Dichtungselement am Umfang des Bipolarblechs rahmenförmig verlaufend angeordnet.

25 Gemäß einer Ausführungsform ist das Dichtungselement an einer Seite des Bipolarblechs angeordnet.

Gemäß einer anderen Ausführungsform ist das Dichtungselement um den Rand des Bipolarblechs von der Vorderseite zur Rückseite desselben herumgeführt ausgebildet.

30

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Dichtungselement mit einer oder mehreren entlang dem Umfang des Bipolarblechs verlaufenden Dichtungslippen versehen, welche an einer Dichtungsfläche des Anodenzellrahmens bzw. des Kathodenzellrahmens

oder an dem Bipolarblech selbst abdichtend anliegen.

Eine bevorzugte Ausführungsform hiervon sieht es vor, dass die Dichtungslippen in einer Richtung senkrecht zur Fläche des Bipolarblechs vorspringen, und dass die

5 Dichtungsfläche des Anodenzellrahmens bzw. des Kathodenzellrahmens parallel zur Fläche des Bipolarblechs verlaufend ausgebildet ist.

Vorzugsweise ist das Dichtungselement aus einem elastomeren Material hergestellt.

- 10 Das Dichtungselement kann durch Umspritzen des Randes des Bipolarblechs mit dem elastomeren Material hergestellt sein.

- Die separaten Räume im Druckbehälter sind gemäß einer vorteilhaften Ausbildung an einer geodätisch niedrigen Stelle miteinander verbunden, um einen Niveaueausgleich zwischen
- 15 Anolyt und Katolyt zu ermöglichen. Die Verbindung erfolgt durch eine außerhalb des Druckbehälters verlaufende Verbindungsleitung. Alternativ können die Räume innerhalb des Druckbehälters durch eine Öffnung oder eine Membran in der Trennung verbunden sein.

- 20 Zur elektrischen Isolierung besteht der Druckbehälter gemäß einer Ausführungsform aus einem elektrisch nicht leitenden Material. Alternativ sind die vom Gehäuse des Elektrolysezellenblocks und der Innenseite des Druckbehälters umfassten Räume jeweils durch eine Schale aus einem elektrisch isolierenden Material gekammert. Das Gehäuse des Elektrolysezellenblocks und/oder der Druckbehälter können auch mit einer elektrisch
- 25 isolierenden Beschichtung oder Verkleidung versehen sein.

- Die Gasabscheidung erfolgt innerhalb des Druckbehälters in geodätisch oberhalb des Zellelektrolyseblocks gelegenen Bereichen. Dabei ist es vorteilhaft, in den Gasabscheidungsbereichen Gaskoaleszierhilfen in Form von Gestriken und/oder
- 30 Ultraschallgebern und/oder Strömungsumlenkungen anzuordnen.

Gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Druckelektrolyseurs ist ein Wasservorratsbehälter vorgesehen, der über eine ein Speisewasserfüllventil enthaltende



- Speisewasserföhrleitung mit einer Speisewasserquelle und über eine ein Speisewasserzulaufventil enthaltende Speisewasserzulaufleitung mit einem unteren Bereich eines der getrennten Räume verbunden ist und der über eine ein Bedrückungsventil enthaltende Bedrückungsleitung mit einem oberen Bereich des einen
- 5 der getrennten Räume verbunden ist, und der weiterhin über eine ein Belüftungsventil enthaltende Belüftungsleitung gegen die Umgebung entlüftbar ist, wobei der obere Bereich des einen der getrennten Räume beim Betrieb des Druckelektrolyseurs mit einem der Produktgase gefüllt ist.
- 10 Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform hiervon ist es vorgesehen, dass der eine der getrennten Räume, mit dem der Wasservorratsbehälter über die Speisewasserzulaufleitung und über die Bedrückungsleitung verbunden ist, der einen Bestandteil des Elektrolytkreislauf bildende andere getrennte Raum ist.
- 15 Verfahrensmäßig wird die gestellte Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Befüllen eines Druckelektrolyseurs der beiden letztgenannten Ausführungsformen mit den folgenden Verfahrensschritten:
- a) Druckloses Befüllen des Wasservorratsbehälters bei geöffnetem Belüftungsventil
- 20 und geschlossenem Bedrückungsventil und geschlossenem Speisewasserzulaufventil über die Speisewasserföhrleitung mit geöffnetem Speisewasserföhrventil,
- b) Schließen des Belüftungsventils und des Speisewasserföhrventils,
- 25 c) Öffnen des Bedrückungsventils, um den Wasservorratsbehälter über die Bedrückungsleitung auf den im Druckbehälter herrschenden Druck zu bringen,
- d) Öffnen des Speisewasserzulaufventils, um Speisewasser aus dem Vorratsbehälter in den Druckbehälter zu dosieren,
- 30 e) Schließen des Speisewasserzulaufventils.

Vorzugsweise erfolgt das Zudosieren des Speisewassers aus dem Vorratsbehälter in den Druckbehälter unter Schwerkraftwirkung, wobei der Wasservorratsbehälter räumlich oberhalb des Druckbehälters angeordnet ist.

- 5 Alternativ hierzu kann das Zudosieren des Speisewassers aus dem Wasservorratsbehälter in den Druckbehälter aber auch mittels einer in der Speisewasserzulaufleitung enthaltenen Speisewasserpumpe erfolgen, die dann vorteilhafterweise eine geringe Leistung haben kann.
- 10 Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:
- Figur 1 eine schematisierte geschnittene Draufsicht auf einen Druckelektrolyseur gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- 15 Figur 2a) eine geschnittene seitliche Ansicht des in Figur 1 gezeigten Druckelektrolyseurs zur Darstellung des Anolytkreislaufs;
- Figur 2b) eine Schnittansicht entsprechend Figur 2a) zur Darstellung des
- 20 Katholytkreislaufs;
- Figur 3 eine geschnittene Draufsicht auf einen Teil des Elektrolysezellenblocks zur Erläuterung der wichtigsten Bestandteile der Elektrolysezellen;
- 25 Figur 4 eine vergrößerte Ansicht des mit Z bezeichneten Details aus Figur 1 zur Erläuterung der Strömungsführung im Anolytkreislauf und Katholytkreislauf;
- Figur 5a) bis c) Detaildarstellungen in unterschiedlichen Maßstabsverhältnissen zur Erläuterung der Abdichtung der Elektrolysezellen am Gehäuse des Elektrolysezellenblocks;
- 30 und
- Figur 6 eine schematisierte Blockdarstellung, welche zusätzliche Komponenten zum Füllen des Druckelektrolyseurs mit Speisewasser umfasst.

In Figur 1 umfasst ein insgesamt mit dem Bezugszeichen 1 bezeichneter Druckelektrolyseur einen Druckbehälter 2, in welchem ein Elektrolysezellenblock 3 angeordnet ist, der aus einer Anzahl von in Form eines Stapels zusammengefassten Elektrolysezellen 4 besteht.

5

Wie Figur 3 näher zeigt, in welcher zwei Elektrolysezellen 4 mit ihren wesentlichen Bestandteilen dargestellt ist, umfasst eine Elektrolysezelle 4 eine Anode 11 und eine Kathode 12, welche durch ein dazwischen angeordnetes Diaphragma 13 voneinander getrennt sind. Zwischen zwei benachbarten Elektrolysezellen 4 befindet sich ein

10 Bipolarblech 14, durch welches der anodenseitige Zellraum der einen Elektrolysezelle 4 vom kathodenseitigen Zellraum der benachbarten Elektrolysezelle 4 getrennt, dabei gleichzeitig aber miteinander elektrisch in Kontakt gehalten sind. Zur weiteren Ausbildung des Elektrolysezellenblocks 3 wird zum Beispiel auf die DE 197 81 442 C1 verwiesen. Insbesondere ist daraus ersichtlich, wie die Stromzuführungen in den Zellenblock erfolgen  
15 können, auf welchem Potential die Endplatten und Druckbehälter liegen und wie die elektrische Isolierung erfolgt.

Wiederum bezugnehmend auf Figur 1 ist zu sehen, dass zwischen einem lediglich angedeuteten Gehäuse 5 des Elektrolysezellenblocks 3 und dem Druckbehälter 2 zwei  
20 Räume 7, 8 gebildet sind, welche durch Trennwände 9, 10 voneinander getrennt sind, die sich zwischen dem Gehäuse 5 und dem Druckbehälter 2 erstrecken. Die beiden voneinander getrennten Räume 7, 8 sind Bestandteil eines Laugenkreislaufsystems des Druckelektrolyseurs, wobei einer der voneinander getrennten Räume 7 Bestandteil eines Anolytkreislaufs ist und der andere der voneinander getrennten Räume 8 Bestandteil eines  
25 Katholytkreislaufs ist. Wie durch jeweilige Pfeile in Figur 1 schematisch gezeigt ist, werden als Reaktionsprodukte des in dem Druckelektrolyseur ablaufenden elektrolytischen Prozesses aus dem Anolytkreislauf in dem getrennten Raum 7 Sauerstoff und aus dem Katholytkreislauf in dem getrennten Raum 8 Wasserstoff gesammelt und abgezogen und jeweils durch eine entsprechende Menge Frischwasser ersetzt.

30

Wie in Figur 1 weiterhin schematisch gezeigt ist, sind in den getrennten Räumen 7, 8 innerhalb des Druckbehälters 2 weiterhin wesentliche Bestandteile des Laugenkreislaufsystems angeordnet, etwa in Form von Laugenkühlern 19, 20. Der

Druckbehälter 2 hat die Form eines Zylinders, in welchem der Elektrolysezellenblock 3 mit seiner Längsachse parallel zur Zylinderachse angeordnet ist. Die Trennwände 9, 10 erstrecken sich parallel zur Achse des Zylinders zwischen dem Gehäuse 5 des Elektrolysezellenblocks 3 und dem Druckbehälter 2.

5

Wie aus dem in Figur 4 vergrößert dargestellten Detail Z von Figur 1 in Verbindung mit Figur 3 zu sehen ist, ist das Gehäuse 5 des Elektrolysezellenblocks 3 durch eine Anzahl von aufeinandergestapelten Zellrahmen 15, 16 der Elektrolysezellen 4 gebildet. Dabei ist jeweils jeder Anode 11 benachbart ein eigener Anodenzellrahmen 15 und jeweils jeder Kathode 12 benachbart ein eigener Kathodenzellrahmen 16 vorgesehen.

10

Wie die Figuren 2a) und b) zeigen, in denen der in Figur 1 gezeigte Druckelektrolyseur 1 jeweils in einer vertikalen Schnittansicht dargestellt ist, sind in den Anodenzellrahmen 15 Durchgänge 17a, b vorgesehen, welche eine Verbindung der Anodenseite mit dem Raum 7, der Bestandteil des Anolytkreislaufs ist, herstellen, vergleiche Figur 2a), und die Kathodenzellrahmen 16 weisen Durchgänge 18a, b auf, die eine Verbindung der Kathodenseite mit dem Raum 8, der Bestandteil des Katholytkreislaufs ist, herstellen.

15

Wie aus den Figuren 2a) und b) weiterhin ersichtlich ist, ist der durch das Gehäuse 5 des mit seiner Längsrichtung horizontal angeordneten Elektrolysezellenblocks 3 und den Druckbehälter 2 begrenzte Raum vertikal und in Längsrichtung des Elektrolysezellenblocks 3 in die beiden voneinander getrennten Räume 7, 8 unterteilt. Die Durchgänge 17a, b, die eine Verbindung der Anoden 11 mit dem Anolytkreislauf herstellen, stehen jeweils an der Oberseite bzw. an der Unterseite der Anodenzellrahmen 15 mit dem einen der voneinander getrennten Räume 7, der Bestandteil des Anolytkreislaufs ist, in Verbindung, und die Durchgänge 18a, b, die eine Verbindung der Kathodenseite mit dem Katholytkreislauf herstellen, stehen jeweils an der Oberseite bzw. an der Unterseite der Kathodenzellrahmen 16 mit dem anderen der voneinander getrennten Räume 8, der Bestandteil des Katholytkreislaufs ist, in Verbindung. Der Raum im Druckbehälter 2 oberhalb des Elektrolysezellenblocks 3, der durch die Trennwand 9 mittig geteilt ist, dient auf der linken Seite der Trennwand 9, Raum 7, der Sauerstoffabtrennung und auf der rechten Seite der Trennwand 9, Raum 8, der Wasserstoffabtrennung. Im Gasabscheidungsgebiet oberhalb des Elektrolysezellenblocks 3 können

20

25

30

Gaskoaleszierhilfen in Form von hydrophoben Gestriken, Ultraschallgebern, Strömungsumlenkungen und Schikanen angeordnet sein. Der Laugekreislauf auf beiden Seiten, also in dem Anolytkreislauf durch den Raum 7 und im Katholytkreislauf durch den Raum 8 erfolgt jeweils selbsttätig durch einen Gaslifteffekt auf Grund der in den

5 Elektrolysezellen 4 aufsteigenden Gase und auf Grund der geringeren Dichte des Laugegasgemisch in den Zellen gegenüber den entgasten Laugesäulen außerhalb in den getrennten Räumen 7, 8. Bei Bedarf kann eine Laugeumwälzpumpe vorgesehen werden, die jedoch nicht dargestellt ist. Eine der Trennwände 10 ist unterhalb des Elektrolysezellenblocks 3 angeordnet und bildet gleichzeitig ein mechanisches Auflager für

10 denselben. Der Druckbehälter 2 dient damit als Traggestell für den Elektrolysezellenblock 3.

Wie die Figuren 5a) bis c) in Darstellungen unterschiedlichen Maßstabs zeigen, sind die Anoden 11, die jeweils durch eine Anodenelektrode 11a kontaktiert werden, und die Kathoden 12, die jeweils durch eine Kathodenelektrode 12a kontaktiert werden, jeweils

15 von einem entlang ihrem Umfang verlaufenden Dichtungselement 21, 22 umgeben, welches im Bereich der Anode 11 bzw. der Kathode 12 einen seitlichen Abschluss der Elektrolysezelle 4 bildet. Die Dichtungselemente 21, 22 sind zwischen die Zellrahmen 15, 16 einer Elektrolysezelle 4, d.h. zwischen den Anodenzellrahmen 15 und den Kathodenzellrahmen 16 abdichtend eingefügt.

20

Die Anode 11 und die Kathode 12 einer Elektrolysezelle 4 verfügt jeweils über ein eigenes getrenntes Dichtungselement 21 bzw. 22, und diese Dichtungselemente 21, 22 sind gemeinsam zwischen den besagten Zellrahmen 15, 16 einer Zelle 4 abdichtend eingefügt, wobei zwischen die Dichtungselemente 21, 22 das die Anode 11 und die Kathode 12 einer

25 Elektrolysezelle 4 voneinander trennende Diaphragma 13 abdichtend eingefügt ist. Dadurch bilden die Dichtungselemente 21, 22 auch einen seitlichen Abschluss der Elektrolysezelle 4 an dem Diaphragma 13. Die Dichtungselemente 21, 22 sind in Form von Rahmen am Umfang der Anode 11 bzw. der Kathode 12 verlaufend vorgesehen.

30 Wie die vergrößerte Darstellung in Figur 5c) zeigt, sind die Dichtungselemente 21, 22 um den Rand der Anode 11 bzw. der Kathode 12 von der Vorderseite zur Rückseite derselben herumgeführt ausgebildet.

Wie die Figuren 5b) und c) zeigen, sind die Dichtungselemente 21, 22 mit mehreren entlang bzw. parallel dem Umfang der Anode 11 bzw. der Kathode 12 verlaufenden Dichtungslippen 41, 42 versehen, welche in einer Richtung senkrecht zur Fläche von Anode 11 bzw. Kathode 12 vorspringen und an einer Dichtungsfläche 45 des Anodenzellrahmens 15 bzw. einer Dichtungsfläche 46 des Kathodenzellrahmens 16 abdichtend anliegen, wobei diese Dichtungsflächen 45, 46 parallel zur Fläche von Anode 11 bzw. Kathode 12 verlaufend ausgebildet sind.

Die Dichtungselemente 21, 22 sind aus einem elastomeren Material hergestellt und durch Umspritzen des Randes der Anode 11 bzw. der Kathode 12 gebildet.

Wie die Figuren 5a) bis c) weiterhin zeigen, ist auch das zwei benachbarte Elektrolysezellen 4 voneinander trennende Bipolarblech 14 zwischen die Zellrahmen 15, 16 zweier benachbarter Elektrolysezellen 4 abdichtend eingefügt, d.h. zwischen den Anodenzellrahmen 15 der einen Elektrolysezelle 4 und den Kathodenzellrahmen 16 der benachbarten Elektrolysezelle 4.

Das Bipolarblech 14 ist von einem rahmenförmig entlang seinem Umfang verlaufenden Dichtungselement 24 umgeben, das im Bereich des Bipolarblechs 14 einen seitlichen Abschluss der Elektrolysezelle 4 bildet und abdichtend zwischen die Zellrahmen 15, 16 der benachbarten Elektrolysezellen 4 eingefügt ist.

Wie die vergrößerte Darstellung in Figur 5c) zeigt, ist das Dichtungselement 24 an einer Seite des Bipolarblechs 14 angeordnet und ist mit mehreren entlang bzw. parallel dem Umfang des Bipolarblechs 14 verlaufenden Dichtungslippen 44 versehen, welche an dem Bipolarblech 14 selbst abdichtend anliegen. Die Dichtungslippen 44 springen in einer Richtung senkrecht zur Fläche des Bipolarblechs 14 vor. Die Zellrahmen 15, 16, zwischen denen das Bipolarblech 14 zusammen mit seinem Dichtungselement 24 abdichtend eingefügt ist, verfügen über jeweilige Dichtungsflächen 47, 48, die parallel zur Fläche des Bipolarblechs 14 verlaufend ausgebildet sind und an denen das Dichtungselement 24 bzw. das Bipolarblech 14 abdichtend anliegen. Das Dichtungselement 24 ist aus einem elastomeren Material hergestellt.

Nunmehr übergehend zu Figur 6 soll eine vorteilhafte Anordnung zum Befüllen des Druckelektrolyseurs 1 mit Speisewasser und ein entsprechendes Verfahren beschrieben werden. Es ist ein Wasservorratsbehälter 31 vorgesehen, der über eine ein Speisewasserfüllventil 33 enthaltende Speisewasserfülleitung 32 mit einer Speisewasserquelle und über eine ein Speisewasserzulaufventil 35 enthaltende Speisewasserzulaufleitung 34 mit einem unteren Bereich des getrennten Raumes 8 verbunden und weiterhin über eine ein Bedrückungsventil 37 enthaltende Bedrückungsleitung 36 mit einem oberen Bereich des getrennten Raumes 8 verbunden ist. Weiterhin ist der Wasservorratsbehälter 31 über eine ein Belüftungsventil 39 enthaltende Belüftungsleitung 38 gegen die Umgebung entlüftbar. Der obere Bereich des getrennten Raumes 8, mit dem die Bedrückungsleitung 36 verbunden ist, ist beim Betrieb des Druckelektrolyseurs 1 mit unter Druck stehendem Wasserstoff als Produktgas gefüllt. Das Verfahren zum Befüllen des Druckelektrolyseurs 1 umfasst die folgenden Verfahrensschritte:

- a) Zunächst erfolgt ein druckloses Befüllen des Wasservorratsbehälters 31 bei geöffnetem Belüftungsventil 39 und geschlossenem Bedrückungsventil 37 und geschlossenem Speisewasserzulaufventil 35 über die Speisewasserfülleitung 32 mit geöffnetem Speisewasserfüllventil 33.
- b) Dann werden das Belüftungsventil 39 und das Speisewasserfüllventil 33 geschlossen.
- c) Sodann erfolgt ein Öffnen des Bedrückungsventils 37, um den Wasservorratsbehälter 31 über die Bedrückungsleitung 36 auf den im Druckbehälter 2 herrschenden Druck zu bringen.
- d) Schließlich wird das Speisewasserzulaufventil 35 geöffnet, um Speisewasser aus den Wasservorratsbehälter 31 in den Druckbehälter 2 zu dosieren.
- e) Mit dem Schließen des Speisewasserzulaufventils 35 ist der Füllvorgang dann abgeschlossen.

Das Zudosieren des Speisewassers aus dem Wasservorratsbehälter 31 in den Druckbehälter 2 kann unter Schwerkraftwirkung erfolgen, wobei der Wasservorratsbehälter 31 räumlich oberhalb des Druckbehälters 2 angeordnet ist. Alternativ kann das Zudosieren des Speisewassers aus dem Wasservorratsbehälter 31 in den Druckbehälter 2 aber auch mittels einer in der Speisewasserzulaufleitung 34 enthaltenen Speisewasserpumpe erfolgen.

Im Betrieb stellen sich unterschiedliche Laugenkonzentrationen auf der Anolyt- und Katolytseite ein, was einen osmotischen Druckaufbau bewirkt, mit auf der Kathodenseite steigendem Laugestand. Der Konzentrationsunterschied ist durch einen Überschuss von Hydroxylionen auf der Kathodenseite bedingt, aufgrund dessen Wasser von der Anoden- zur Kathodenseite strömt. Ein Konzentrationsausgleich zwischen Katolyt und Anolyt ist zwar grundsätzlich über die Zelldiaphragmen möglich. Aufgrund der begrenzten Porosität der Zelldiaphragmen ist ein vollständiger Ausgleich aber in der Regel nicht gegeben. Es kann deshalb vorgesehen sein, den Konzentrationsausgleich durch einen zusätzlichen Eintrag von Speisewasser in den Katolyten zu bewirken. Der Ausgleich kann durch eine Bohrung oder eine Membran in der Trennwand 9, 10 am Fuße des Elektrolytzellenblocks oder durch eine auf der Außenseite des Druckbehälters 2 liegende Verbindungsleitung erfolgen, die Anolyt- und Katolytraum verbindet. Zur Regelung der Durchströmung kann ein regelbares Ventil in der Verbindungsleitung vorgesehen sein. Die Verbindungsleitung ist vorzugsweise an einer geodätisch niedrig gelegenen Stelle vorzusehen, um zu verhindern, dass mit Gas beladenes Speisewasser ausgetauscht wird.

Bei ungenügender Isolierung der stromführenden Teile des Elektrolyseurs können unerwünschte Shuntströme auftreten, was zu vermeiden ist. Zur elektrischen Isolierung kann das Innere des Druckbehälters 2 mit einer nicht leitenden Auskleidung, z. B. einer Beschichtung versehen sein oder der Druckbehälter 2 selbst kann aus einem nicht leitenden Material hergestellt sein. Es können auch die Anoden- und Kathodenzellrahmen gegen das Innere des Druckbehälters 2 elektrisch isoliert werden. Die Isolierung kann dabei aus einem Material bestehen, das zugleich die Zellrahmen gegen den Angriff der Lauge schützt. Die Isolierung kann im weiteren aus isolierenden Schalen bestehen, die die Kammern für Anolyt und Katolyt bilden und dementsprechend die von der Außenseite des



Elektrolysezellenblocks und der Innenseite des Druckbehälters 2 umfassten Räume einschließen.

5

10

15

20

25

30

**Bezugszeichenliste**

	1	Druckelektrolyseur
5	2	Druckbehälter
	3	Elektrolysezellenblock
	4	Elektrolysezellen
	5	Gehäuse
	7	Raum für Anolytkreislauf
10	8	Raum für Katholytkreislauf
	9	Trennwand
	10	Trennwand
	11	Anode
	11a	Anodenelektrode
15	12	Kathode
	12a	Kathodenelektrode
	13	Diaphragma
	14	Bipolarblech
	15	Anodenzellrahmen
20	16	Kathodenzellrahmen
	17a,b	Durchgang
	18a,b	Durchgang
	19	Laugenkühler
	20	Laugenkühler
25	21	Dichtungselement
	22	Dichtungselement
	24	Dichtungselement
	30	Speisewasserfüllsystem
	31	Wasservorratsbehälter
30	32	Speisewasserfüllleitung
	33	Speisewasserfüllventil
	34	Speisewasserzulaufleitung
	35	Speisewasserzulaufventil

	36	Bedrückungsleitung
	37	Bedrückungsventil
	38	Belüftungsleitung
	39	Belüftungsventil
5	41	Dichtungslippen
	41	Dichtungslippen
	44	Dichtungslippen
	45	Dichtungsfläche
	46	Dichtungsfläche
10	47	Dichtungsfläche
	48	Dichtungsfläche

15

20

25

30

**PATENTANSPRÜCHE**

1. Druckelektrolyseur mit einem Druckbehälter (2) und einem eine Anzahl von in Form eines Stapels zusammengefassten Elektrolysezellen (4) enthaltenden, in dem
- 5 Druckbehälter (2) angeordneten Elektrolysezellenblock (3), wobei die Elektrolysezellen (4) jeweilige Anoden (11) und Kathoden (12) enthalten und ein Laugenkreislaufsystem zur Zuführung eines Anolyten zu den Anoden (11) und zur Zuführung eines Katholyten zu den Kathoden (12) vorgesehen ist, und wobei der Elektrolysezellenblock (3) ein gegen das Innere des Druckbehälters (2) abdichtendes Gehäuse (5) umfasst, dadurch
- 10 gekennzeichnet, dass das Gehäuse (5) des Elektrolysezellenblocks (3) zusammen mit dem Druckbehälter (2) mindestens zwei voneinander getrennte Räume (7, 8) bildet, welche Bestandteil des Laugenkreislaufsystems sind und die durch das Gehäuse (5) gegen die Elektrolysezellen (4) und durch den Druckbehälter (2) gegen die Umgebung begrenzt sind.
- 15 2. Druckelektrolyseur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass einer der voneinander getrennten Räume (7) Bestandteil eines Anolytkreislaufs ist, und dass ein anderer der voneinander getrennten Räume (8) Bestandteil eines Katholytkreislaufs ist.
- 20 3. Druckelektrolyseur nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die voneinander getrennten Räume (7, 8) durch Trennwände (9, 10) voneinander getrennt sind, die sich zwischen dem Gehäuse (5) und dem Druckbehälter (2) erstrecken.
- 25 4. Druckelektrolyseur nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckbehälter (2) die Form eines Zylinders hat, und dass der Elektrolysezellenblock (3) mit seiner Längsachse parallel zur Achse des Zylinders in dem Druckbehälter (2) angeordnet ist.
- 30 5. Druckelektrolyseur nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwände (9, 10) sich parallel zur Achse des Zylinders zwischen dem Gehäuse (5) und dem Druckbehälter (2) erstrecken.

6. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (5) des Elektrolysezellenblocks (3) durch eine Anzahl von aufeinandergestapelten Zellrahmen (15, 16) der Elektrolysezellen (4) gebildet ist.

5 7. Druckelektrolyseur nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils jede Anode (11) einen eigenen Anodenzellrahmen (15) und jeweils jede Kathode (12) einen eigenen Kathodenzellrahmen (16) hat, und dass die Anodenzellrahmen (15) eine Verbindung der Anoden (11) mit dem Raum (7), der Bestandteil des Anolytkreislaufs ist, herstellende Durchgänge (17a, b) aufweisen und die Kathodenzellrahmen (16) eine  
10 Verbindung der Kathoden (12) mit dem Raum (8), der Bestandteil des Katholytkreislaufs ist, herstellende Durchgänge (18a, b) aufweisen.

8. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektrolysezellenblock (3) mit seiner Längsrichtung im wesentlichen horizontal  
15 angeordnet ist, und dass der durch das Gehäuse (5) des Elektrolysezellenblocks (3) und den Druckbehälter (2) begrenzte Raum vertikal in Längsrichtung des Elektrolysezellenblocks (3) in die beiden voneinander getrennten Räume (7, 8) unterteilt ist.

20 9. Druckelektrolyseur nach Anspruch 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass die eine Verbindung mit den Anoden (11) herstellenden Durchgänge (17a, b) jeweils an der Oberseite und an der Unterseite der Anodenzellrahmen (15) mit dem einen der voneinander getrennten Räume (7), der Bestandteil des Anolytkreislaufs ist, in Verbindung stehen, und dass die eine Verbindung mit den Kathoden (12) herstellenden Durchgänge  
25 (18a, b) jeweils an der Oberseite und an der Unterseite der Kathodenzellrahmen (16) mit dem anderen der voneinander getrennten Räume (8), der Bestandteil des Katholytkreislaufs ist, in Verbindung stehen.

10. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,  
30 dass innerhalb des Druckbehälters (2) wesentliche Bestandteile des Laugenkreislaufsystems, insbesondere Gasabscheider und/oder Laugenkühler (19, 20) vorgesehen sind.

11. Druckelektrolyseur nach Anspruch 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine der Trennwände (10) unterhalb des Elektrolysezellenblocks (3) angeordnet ist und gleichzeitig ein mechanisches Auflager für denselben bildet.

5 12. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Anoden (11) und Kathoden (12) von einem entlang ihrem Umfang verlaufenden Dichtungselement (21, 22) umgeben sind, welches im Bereich der Anode (11) bzw. der Kathode (12) einen seitlichen Abschluss der Elektrolysezelle (4) bildet und zwischen die Zellrahmen (15, 16) abdichtend eingefügt ist.

10

13. Druckelektrolyseur nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Anode (11) und die Kathode (12) einer Elektrolysezelle (4) jeweils getrennt von einem Dichtungselement (21 bzw. 22) umgeben sind.

15 14. Druckelektrolyseur nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungselemente (21, 22) von Anode (11) bzw. Kathode (12) gemeinsam zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zellrahmen (15, 16) abdichtend eingefügt sind.

20 15. Druckelektrolyseur nach Anspruch 12, 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungselemente (21, 22) auch einen seitlichen Abschluss der Elektrolysezelle (4) an einem zwischen der Anode (11) und der Kathode (12) angeordneten Diaphragma (13) bilden.

25 16. Druckelektrolyseur nach Anspruch 13, 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Diaphragma (13) zwischen dem Dichtungselement (21) der Anode (11) und dem Dichtungselement (22) der Kathode (12) abdichtend eingefügt ist.

30 17. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungselemente (21, 22) am Umfang der Anode (11) und/oder der Kathode (12) rahmenförmig verlaufend angeordnet sind.

18. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungselemente (21, 22) um den Rand von Anode (11) und/oder Kathode (12) von der Vorderseite zur Rückseite derselben herumgeführt ausgebildet sind.

19. Druckelektrolyseur nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungselemente (21, 22) mit einer oder mehreren entlang dem Umfang von Anode (11) bzw. Kathode (12) verlaufenden Dichtungslippen (41, 42) versehen sind, welche an einer Dichtungsfläche (45, 46) des Anodenzellrahmens (15) bzw. des Kathodenzellrahmens (16) abdichtend anliegen.

20. Druckelektrolyseur nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungslippen (41, 42) in einer Richtung senkrecht zur Fläche von Anode (11) bzw. Kathode (12) vorspringen, und dass die Dichtungsflächen (45, 46) des Anodenzellrahmens (15) bzw. des Kathodenzellrahmens (16) parallel zur Fläche von Anode (11) bzw. Kathode (12) verlaufend ausgebildet sind.

21. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungselemente (21, 22) aus einem elastomeren Material hergestellt sind.

22. Druckelektrolyseur nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungselemente (21, 22) durch Umspritzen des Randes von Anode (11) bzw. Kathode (12) mit dem elastomeren Material hergestellt sind.

23. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 6 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass zwei benachbarte Elektrolysezellen (4) durch ein Bipolarblech (14) voneinander getrennt sind, welches von einem entlang seinem Umfang verlaufendem Dichtungselement (24) umgeben ist, das im Bereich des Bipolarblechs (14) einen seitlichen Abschluss der Elektrolysezelle (4) bildet und zwischen die Zellrahmen (15, 16) der benachbarten Elektrolysezellen (4) abdichtend eingefügt ist.

24. Druckelektrolyseur nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtungselement (24) am Umfang des Bipolarblechs (14) rahmenförmig verlaufend angeordnet ist.

25. Druckelektrolyseur nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtungselement (24) an einer Seite des Bipolarblechs (14) angeordnet ist.

5 26. Druckelektrolyseur nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtungselement (24) um den Rand des Bipolarblechs (14) von der Vorderseite zur Rückseite desselben herumgeführt ausgebildet ist.

10 27. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 23 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtungselement (24) mit einer oder mehreren entlang dem Umfang des Bipolarblechs (14) verlaufenden Dichtungslippen (44) versehen, welche an einer Dichtungsfläche (47) des Anodenzellrahmens (15) bzw. des Kathodenzellrahmens (16) oder an dem Bipolarblech (14) selbst abdichtend anliegen.

15 28. Druckelektrolyseur nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungslippen (44) in einer Richtung senkrecht zur Fläche des Bipolarblechs (14) vorspringen, und dass die Dichtungsfläche (46, 47) des Anodenzellrahmens (15) bzw. des Kathodenzellrahmens (16) parallel zur Fläche des Bipolarblechs (14) verlaufend ausgebildet ist.

20 29. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 24 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtungselement (24) aus einem elastomeren Material hergestellt ist.

25 30. Druckelektrolyseur nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtungselement (24) durch Umspritzen des Randes des Bipolarblechs (14) mit dem elastomeren Material hergestellt ist.

30 31. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 2 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Räume (7, 8) im Druckbehälter (2) an einer geodätisch niedrigen Stelle miteinander verbunden sind, um einen Niveauausgleich zwischen Anolyt und Katolyt zu ermöglichen.



32. Druckelektrolyseur nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Räume (7, 8) durch eine außerhalb des Druckbehälters (2) verlaufende Verbindungsleitung verbunden sind.

5 33. Druckelektrolyseur nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Räume (7, 8) an einer geodätisch niedrig gelegenen Stelle innerhalb des Druckbehälters (2) über eine Öffnung oder eine Membran in der Trennung miteinander verbunden sind.

10 34. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 1 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckbehälter (2) aus einem elektrisch nicht leitenden Material besteht.

15 35. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 1 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass die vom Gehäuse (5) des Elektrolysezellenblocks (3) und der Innenseite des Druckbehälters (2) umfassten Räume (7, 8) jeweils durch eine Schale aus einem elektrisch isolierenden Material gekammert sind.

20 36. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 1 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (5) des Elektrolysezellenblocks (3) auf der den Räumen (7, 8) zugewandten Seiten und/oder der Druckbehälter (2) auf seiner Innenseite mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung oder Verkleidung versehen ist.

25 37. Druckelektrolyseur nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasabscheidung in den Raum (7) und in den Raum (8) hinein im wesentlichen in geodätisch oberhalb des Zellelektrolyseblocks (3) gelegenen Bereichen erfolgt.

38. Druckelektrolyseur nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass in den Gasabscheidungsbereichen Gaskoaleszierhilfen in Form von Gestriken und/oder Ultraschallgebern und/oder Strömungsumlenkungen angeordnet sind.

30 39. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 2 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wasservorratsbehälter (31) vorgesehen ist, der über eine ein Speisewasserfüllventil (33) enthaltende Speisewasserfüllleitung (32) mit einer Speisewasserquelle und über eine ein Speisewasserzulaufventil (35) enthaltende

Speisewasserzulaufleitung (34) mit einem unteren Bereich eines der getrennten Räume (7, 8) verbunden ist und der über eine ein Bedrückungsventil (37) enthaltende Bedrückungsleitung (36) mit einem oberen Bereich des einen der getrennten Räume (7, 8) verbunden ist, und der weiterhin über eine ein Belüftungsventil (39) enthaltende

5 Belüftungsleitung (38) gegen die Umgebung entlüftbar ist, wobei der obere Bereich des einen der getrennten Räume (7, 8) beim Betrieb des Druckelektrolyseurs mit einem der Produktgase gefüllt ist.

40. Druckelektrolyseur nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, dass der eine der

10 getrennten Räume, mit dem der Wasservorratsbehälter (31) über die Speisewasserzulaufleitung (34) und über die Bedrückungsleitung (36) verbunden ist, der einen Bestandteil des Katholytkreislaufs bildende andere getrennte Raum (8) ist.

41. Verfahren zum Befüllen eines Druckelektrolyseurs nach Anspruch 39 oder 40,

15 gekennzeichnet durch die folgenden Verfahrensschritte:

- a) druckloses Befüllen des Wasservorratsbehälters (31) bei geöffnetem Belüftungsventil (39) und geschlossenem Bedrückungsventil (37) und geschlossenem Speisewasserzulaufventil (35) über die Speisewasserfüllleitung (32) mit geöffnetem
- 20 Speisewasserfüllventil (33),
- b) Schließen des Belüftungsventils (39) und des Speisewasserfüllventils (33),
- c) Öffnen des Bedrückungsventils (37), um den Wasservorratsbehälter (31) über die
- 25 Bedrückungsleitung (36) auf den im Druckbehälter (2) herrschenden Druck zu bringen,
- d) Öffnen des Speisewasserzulaufventils (35), um Speisewasser aus dem Wasservorratsbehälter (31) in den Druckbehälter (2) zu dosieren,
- 30 e) Schließen des Speisewasserzulaufventils (35).

42. Verfahren nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass das Zudosieren des Speisewassers aus dem Wasservorratsbehälter (31) in den Druckbehälter (2) unter

Schwerkraftwirkung erfolgt, wobei der Wasservorratsbehälter (31) räumlich oberhalb des Druckbehälters (2) angeordnet ist.

43. Verfahren nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass das Zudosieren des  
5 Speisewassers aus dem Wasservorratsbehälter (31) in den Druckbehälter (2) mittels einer  
in der Speisewasserzulaufleitung (34) enthaltenen Speisewasserpumpe erfolgt.

10

15

20

25

30

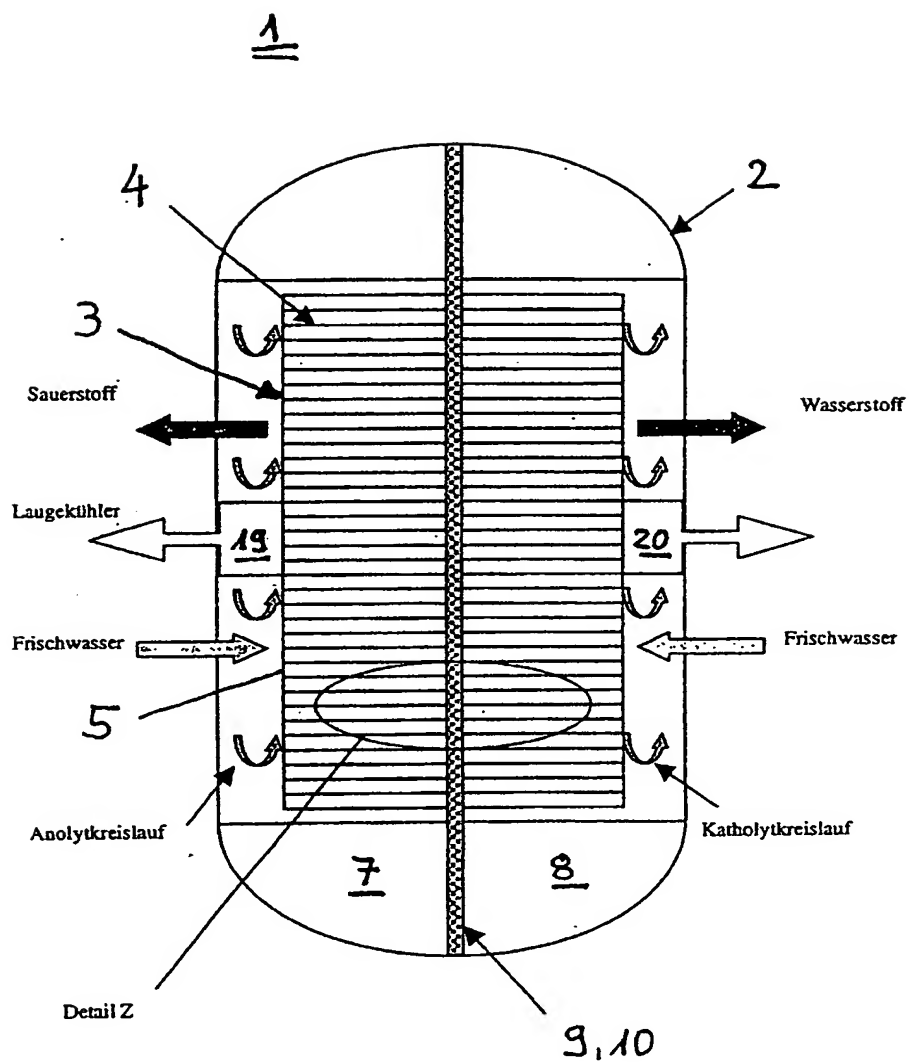


Fig. 1

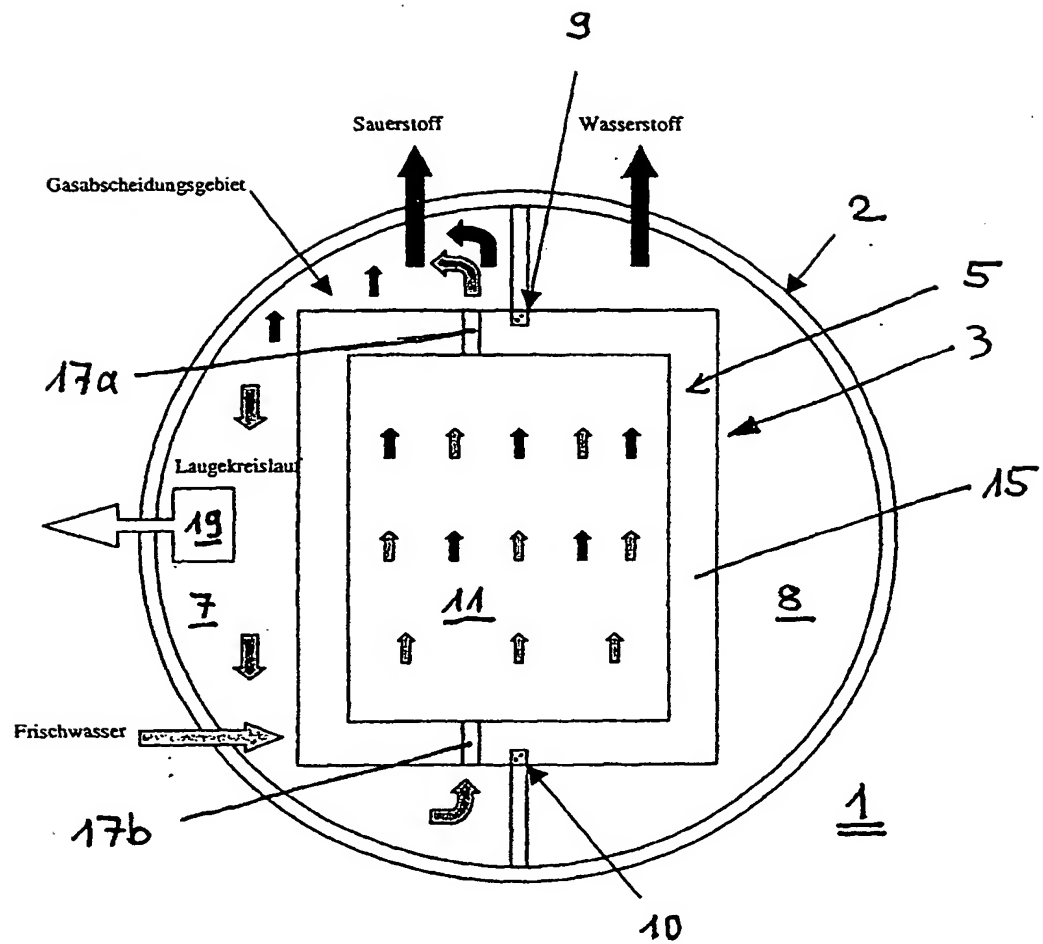
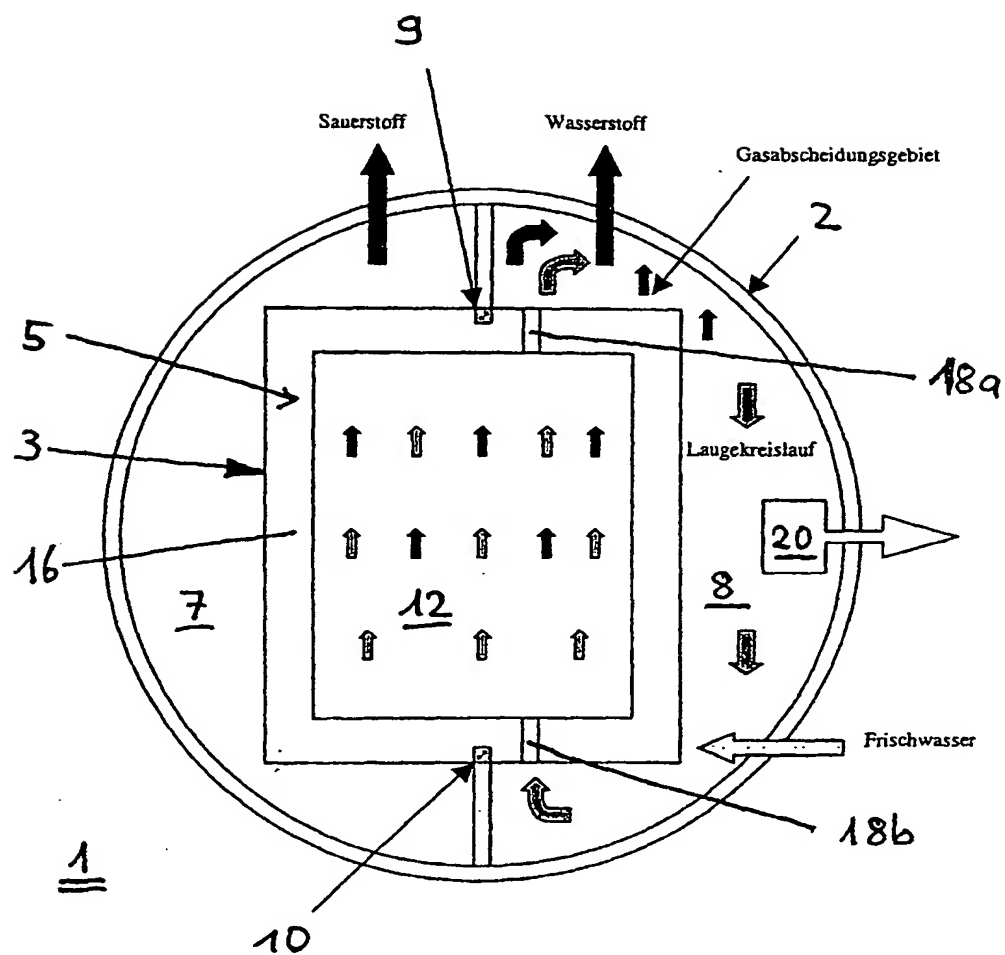


Fig. 2a)



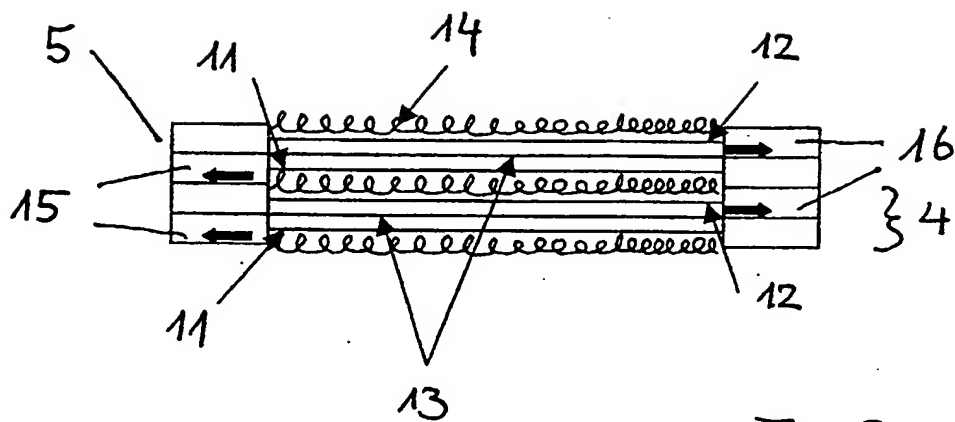


Fig. 3

Detail Z

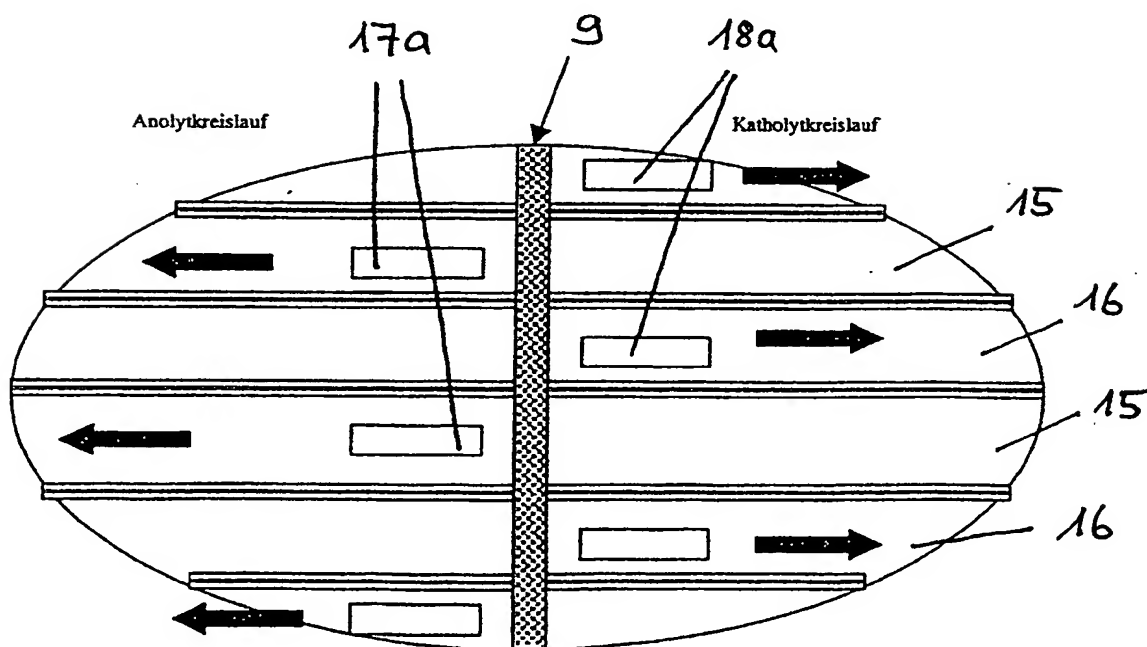
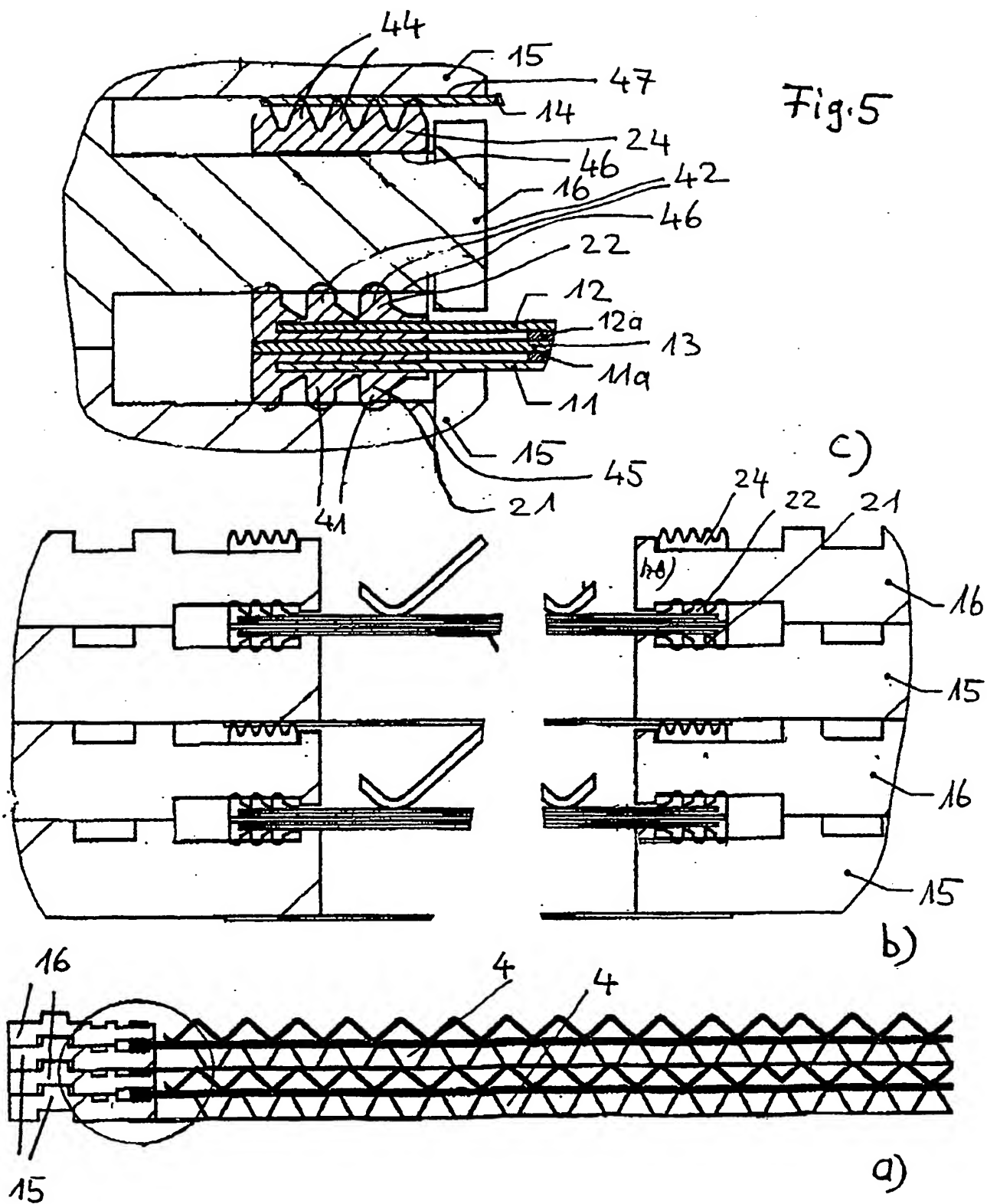


Fig. 4

Fig. 5





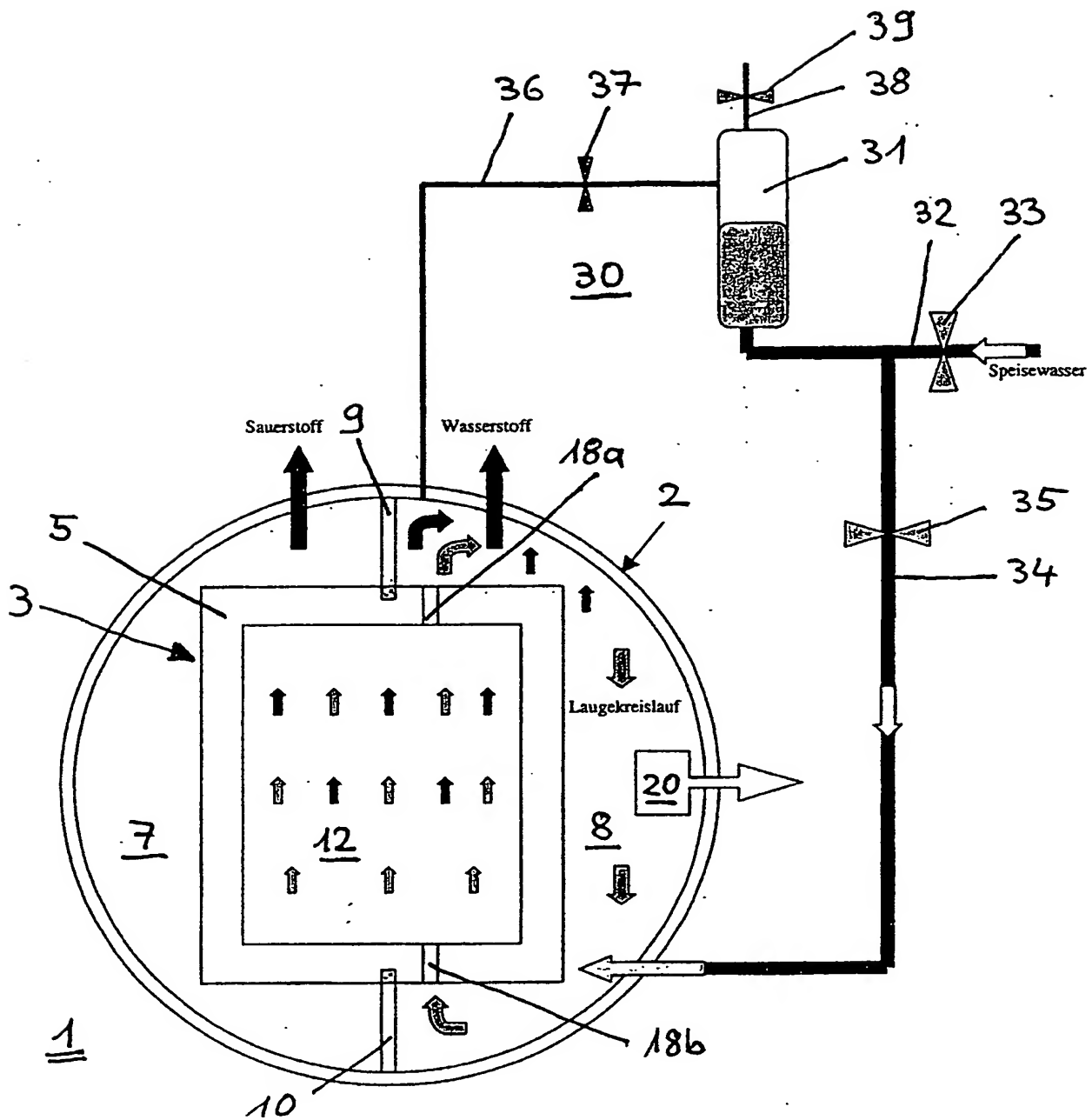


Fig. 6

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
24. April 2003 (24.04.2003)

PCT

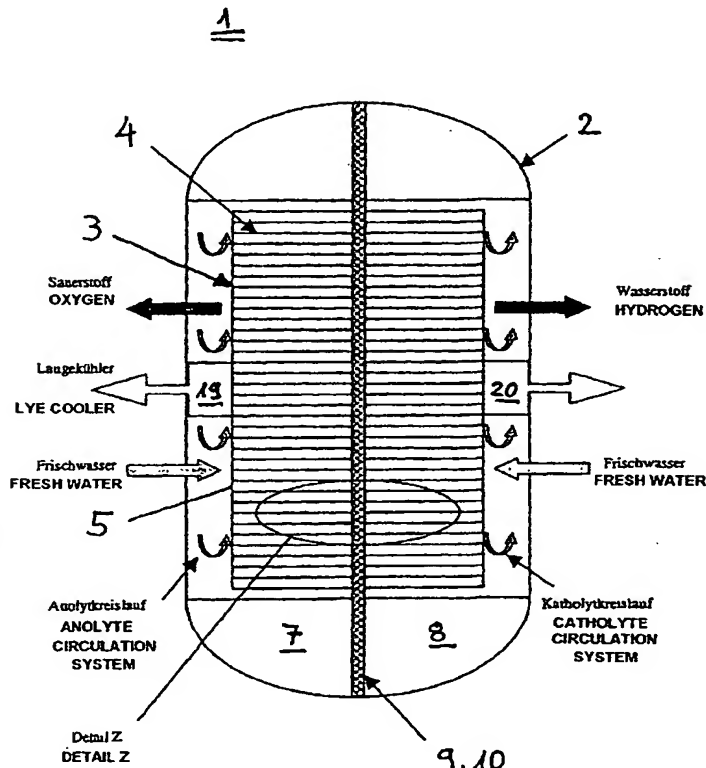
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/033768 A3**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C25B 1/12, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
9/00, 15/00 US): GESELLSCHAFT FÜR HOCHLEISTUNGSE-  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/11436 LEKTROLYSEURE ZUR WASSERSTOFFERZEU-  
GUNG MBH [DE/DE]; Ludwig-Bölkow-Allee, Tor 2,  
85521 Ottobrunn (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 12. Oktober 2002 (12.10.2002) (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BRAND, Rolf, August  
[DE/DE]; Heufelderstrasse 76, 83052 Bruckmühl (DE).  
D'ERASMO, Pietro [NO/NO]; Stivimovegen 18, N-3670  
Notodden (NO). HOFMANN, Hans [DE/DE]; Brentanos-  
trasse 4, 63165 Mühlheim (DE). RÄMISCH, Marko  
[DE/DE]; Theodor Körner Strasse 2, 85521 Ottobrunn  
(DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
101 50 557.4 15. Oktober 2001 (15.10.2001) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PRESSURE ELECTROLYSER AND METHOD FOR OPERATING ONE SUCH ELECTROLYSER

(54) Bezeichnung: DRUCKELEKTROLYSEUR UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES SOLCHEN



(57) Abstract: The invention relates to a pressure electrolyser comprising a pressure reservoir (2) and an electrolysis cell block (3) which is arranged in the pressure reservoir and contains a number of electrolysis cells (4) forming a stack. Said electrolysis cells (4) respectively contain anodes (11) and cathodes (12), and a lye circulation system is provided for supplying an anolyte to the anodes (11) and for supplying a catholyte to the cathodes (12). The electrolysis cell block (3) comprises a housing (5) which creates a seal in relation to the inside of the pressure reservoir (2). According to the invention, the housing (5) of the electrolysis cell block (3) and the pressure reservoir (2) form at least two separated chambers (7, 8) which form part of the lye circulation system and are defined by the housing (5), in relation to the electrolysis cells (4), and by the pressure reservoir (2), in relation to the environment. In preferred embodiments, one of the separated chambers (7) forms part of an anolyte circulation system and the other separated chamber (8) forms part of a catholyte circulation system.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Druckelektrolyseur mit einem Druckbehälter (2) und einem eine Anzahl von in Form eines Stapels zusammengefassten Elektrolysezellen (4) enthaltenden, in dem Druckbehälter (2) angeordneten Elektrolysezellenblock (3) beschrieben. Die Elektrolysezellen (4) enthalten jeweilige Anoden (11) und Kathoden (12) und es ist ein Laugenkreislaufsystem zur Zuführung eines Anolyten zu den Anoden (11) und zur Zuführung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/033768 A3



(74) **Anwalt:** WINTER, Josef; MTU Friedrichshafen GmbH, Patentabteilung ZJXP, 88040 Friedrichshafen (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** BR, CA, CN, HU, JP, PL, RU, US, ZA.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für alle Bestimmungsstaaten

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts:**

30. Oktober 2003

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

eines Katholyten zu den Kathoden (12) vorgesehen, und wobei der Elektrolysezellenblock (3) ein gegen das Innere des Druckbehälters (2) abdichtendes Gehäuse (5) umfasst. Erfindungsgemäss ist es vorgesehen, dass das Gehäuse (5) des Elektrolysezellenblocks (3) zusammen mit dem Druckbehälter (2) mindestens zwei voneinander getrennte Räume (7, 8) bildet, welche Bestandteil des Laugenkreislaufsystems sind und die durch das Gehäuse (5) gegen die Elektrolysezellen (4) und durch den Druckbehälter (2) gegen die Umgebung begrenzt sind. Bei bevorzugten Ausgestaltungen ist einer der voneinander getrennten Räume (7) Bestandteil eines Anolytkreislaufs, und ein anderer der voneinander getrennten Räume (8) Bestandteil eines Katholytkreislaufs.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 02/11436

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 C25B1/12 C25B9/00 C25B15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 C25B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 296 07 767 U (SPÄTH N.) 21 November 1996 (1996-11-21) page 4, line 2 -page 5, line 24 figure 3	1-3, 10, 37
A	EP 0 806 498 A (SHINKO PANTEC CO. LTD) 12 November 1997 (1997-11-12) page 9; claims 1-11 figure 9	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*A\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 May 2003

Date of mailing of the international search report

26/05/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Groseiller, P

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/11436

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 29607767	U	10-10-1996	DE 29607767 U1	10-10-1996
EP 806498	A	12-11-1997	JP 9296288 A	18-11-1997
			JP 9316676 A	09-12-1997
			CN 1170779 A	21-01-1998
			DE 69706225 D1	27-09-2001
			DE 69706225 T2	13-06-2002
			EP 0806498 A1	12-11-1997
			US 5888361 A	30-03-1999

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/11436

## A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C25B1/12 C25B9/00 C25B15/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C25B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 296 07 767 U (SPÄTH N.) 21. November 1996 (1996-11-21) Seite 4, Zeile 2 -Seite 5, Zeile 24 Abbildung 3	1-3, 10, 37
A	EP 0 806 498 A (SHINKO PANTEC CO. LTD) 12. November 1997 (1997-11-12) Seite 9; Ansprüche 1-11 Abbildung 9	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Mai 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/05/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Groseiller, P

# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/11436

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 29607767	U	10-10-1996	DE 29607767 U1	10-10-1996
EP 806498	A	12-11-1997	JP 9296288 A	18-11-1997
			JP 9316676 A	09-12-1997
			CN 1170779 A	21-01-1998
			DE 69706225 D1	27-09-2001
			DE 69706225 T2	13-06-2002
			EP 0806498 A1	12-11-1997
			US 5888361 A	30-03-1999

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**